



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 36 211 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**B 62 D 15/02**  
G 01 B 11/26

②① Aktenzeichen: 199 36 211.4  
②② Anmeldetag: 4. 8. 1999  
④③ Offenlegungstag: 17. 2. 2000

⑥⑥ Innere Priorität:  
198 35 290. 5 05. 08. 1998

⑦① Anmelder:  
Leopold Kostal GmbH & Co KG, 58507  
Lüdenscheid, DE

⑦④ Vertreter:  
Patentanwälte Schröter und Haverkamp, 58636  
Iserlohn

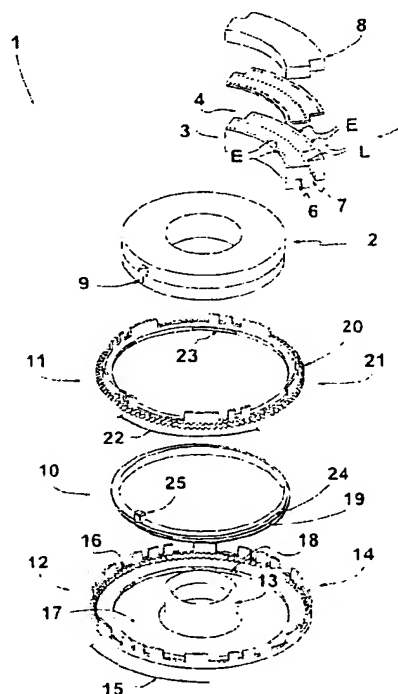
⑦② Erfinder:  
Erfinder wird später genannt werden

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Lenkwinkelsensor

⑤⑦ Ein Lenkwinkelsensor zum Bestimmen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges, umfassend eine erste Sensoreinheit, bestehend aus einem eine erste Codierung C<sub>1</sub> tragenden, an die Drehbewegung des Lenkrades gekoppelten Rotor 12 und aus einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung 4 zum Abtasten der Codierung C<sub>1</sub> des Rotors 12 innerhalb eines Winkelsegments 15 aus dem gesamten Lenkraddrehbereich sowie eine zweite Sensoreinheit, bestehend aus einem eine zweite Codierung C<sub>2</sub> tragenden, getrieblich an den Rotor 12 der ersten Sensoreinheit gekoppelten Rotor 11 und einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung 3 zum Abtasten der Codierung C<sub>2</sub> des Rotors 11, ist dadurch bestimmt, daß eine Abtastung der Codierung C<sub>2</sub> des Rotors 11 der zweiten Sensoreinheit innerhalb eines Winkelsegments 22 aus dem gesamten Lenkraddrehbereich vorgesehen ist, indem der Rotor 11 der zweiten Sensoreinheit mit einem nur kleinen Unter-/Übersetzungsverhältnis an die Drehbewegung des Rotors 12 der ersten Sensoreinheit gekoppelt ist, wobei eine Drehbewegung des antreibenden Rotors 12 über den gesamten Lenkraddrehbereich einen geringen Drehwinkelversatz bezogen auf den gesamten Lenkraddrehbereich zwischen den beiden Rotoren 12 bzw. 11 zur Folge hat, so daß die Codierung C<sub>2</sub> des Rotors 11 der zweiten Sensoreinheit innerhalb des Lenkraddrehbereiches dergestalt asynchron zur Codierung C<sub>1</sub> des Rotors 12 der ersten Sensoreinheit bewegbar ist, daß der gleichen ...



DE 199 36 211 A 1

BEST AVAILABLE COPY

DE 199 36 211 A 1

Die Erfindung betrifft einen Lenkwinkelsensor zum Bestimmen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges, umfassend eine erste Sensoreinheit bestehend aus einem eine erste Codierung tragenden, an die Drehbewegung des Lenkrades gekoppelten Rotor und aus einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung zum Abtasten der Codierung des Rotors innerhalb eines Winkel-segments aus dem gesamten Lenkraddrehbereich sowie eine zweite Sensoreinheit bestehend aus einem eine zweite Codierung tragenden, getrieblich an den Rotor der ersten Sensoreinheit gekoppelten Rotor und einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung zum Abtasten der Codierung des Rotors.

Der Lenkwinkel bzw. der Lenkwinkelschlag bei Kraftfahrzeugen wird benötigt, um mit diesem Wert etwa ein Fahrdynamikregelsystem beaufschlagen zu können. Ein solches Fahrdynamikregelsystem erhält neben dem genannten Lenkwinkelwerten weitere Meßdaten, etwa die Raddrehzahl oder die Drehung des Kraftfahrzeuges um seine Hochachse. Benötigt werden zum einen der absolute Lenkwinkelschlag und zum anderen die Lenkgeschwindigkeit, damit diese Werte zusammen mit den anderen erfaßten Daten durch das Fahrdynamikregelsystem ausgewertet und zum Steuern von Aktoren, beispielsweise der Bremsen und/oder des Motormanagements umgesetzt werden können.

Aus der DE 44 09 892 A1 ist ein eingangs genannter Lenkwinkelsensor bekannt. Mit der ersten Sensoreinheit dieses Lenkwinkelsensors, dessen Rotor an die Drehbewegung des Lenkrades gekoppelt ist, erfolgt eine Winkelerfassung innerhalb einer Lenkradumdrehung ( $360^\circ$ ) und somit innerhalb eines Winkelsegmentes aus dem gesamten Lenkraddrehbereich, der bei dem Gegenstand dieses Dokumentes vier Lenkradumdrehungen umfaßt. Die zweite Sensoreinheit dient einer Rundenzählung zur Bereitstellung einer Information, innerhalb welcher Runde des gesamten Lenkraddrehbereiches sich die aktuelle, mit der ersten Sensoreinheit erfaßte Winkelstellung befindet. Aus diesem Grunde ist der Rotor der zweiten Sensoreinheit ausgebildet, um innerhalb von  $360^\circ$  den gesamten Lenkraddrehbereich von  $1440^\circ$  zu erfassen. Zu diesem Zweck ist der Rotor der zweiten Sensoreinheit mit einem getrieblichen Übersetzungsverhältnis von 4 : 1 nach Art eines Planetengetriebes von dem Rotor der ersten Sensoreinheit angetrieben. Die Drehachsen der beiden Rotoren sind parallel zueinander angeordnet, so daß die Rotoren der beiden Sensoreinheiten innerhalb einer Ebene angeordnet sind. Der innenliegende Rotor ist drehfest mit der Lenkspindel verbunden, so daß bei einer Drehung des Lenkrades dieser Rotor den über das Planetengetriebe angetriebenen außenliegenden Rotor der zweiten Sensoreinheit antreibt.

Zur Realisierung dieser getrieblichen Übersetzung in der dargestellten Art und Weise muß das eingesetzte Planetenrad eine bestimmte Größe aufweisen. Die konzentrische Anordnung zwischen der Lenkspindel, dem Rotor der ersten Sensoreinheit und dem Rotor der zweiten Sensoreinheit sowie die Anordnung des Planetenrades hat zur Folge, daß in radialer Richtung zur Lenkachse dieser Lenkwinkelsensor einen nicht unbeträchtlichen Einbauraum benötigt. Eine Anordnung dieses Lenkwinkelsensors in einem Lenksäulenmodul ist daher nicht ohne weiteres möglich; entsprechend gilt für eine Anordnung dieses Lenkwinkelsensors in einem unteren Bereich der Lenkspindel, etwa oberhalb der Pedalen.

Das Auflösungsvermögen dieses Winkelsensors wird durch das Auflösungsvermögen der ersten Sensoreinheit bestimmt, welches durch den über den gesamten Lenkraddreh-

bereich hinweg größeren Drehwinkel gegenüber demjenigen der zweiten Sensoreinheit erheblich höher ist. Die Abtastsicherheit des vorbekannten Lenkwinkelsensors ist aus diesem Grunde ebenfalls abhängig von der Abtastsicherheit der ersten, an die Drehbewegung des Lenkrades gekoppelten Sensoreinheit.

Ausgehend von diesem diskutierten Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, einen Lenkwinkelsensor zum Bestimmen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges bereitzustellen, mit dem nicht nur eine Winkelstellungserfassung innerhalb des gesamten Lenkraddrehbereiches möglich ist, sondern der zudem eine geringere radiale Erstreckung aufweist und eine größere Meßsicherheit bietet.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß eine Abtastung der Codierung des Rotors der zweiten Sensoreinheit ebenfalls innerhalb eines Winkelsegmentes aus dem gesamten Lenkraddrehbereich vorgesehen ist, indem der Rotor der zweiten Sensoreinheit mit einem nur kleinen Unter-/Übersetzungsverhältnis an die Drehbewegung des Rotors der ersten Sensoreinheit gekoppelt ist, wobei eine Drehbewegung des antreibenden Rotors über den gesamten Lenkraddrehbereich einen geringen Drehwinkelversatz bezogen auf den gesamten Lenkraddrehbereich zwischen den beiden Rotoren zur Folge hat, so daß die Codierung des Rotors der zweiten Sensoreinheit innerhalb des Lenkraddrehbereiches dergestalt asynchron zur Codierung des Rotors der ersten Sensoreinheit bewegbar ist, daß der gleichen Abtastinformation der ersten Sensoreinheit in den einzelnen Winkelsegmenten eine unterschiedliche Abtastinformation der zweiten Sensoreinheit zugeordnet ist.

Beim Gegenstand des erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors ist die zweite Sensoreinheit dergestalt aufgebaut, daß mit dieser wie auch bei der ersten Sensoreinheit eine Abtastung der Codierung des Rotors lediglich innerhalb eines Winkelsegmentes aus dem gesamten Lenkraddrehbereich erfolgt. Realisiert wird eine solche winkelsegmentbezogene Abtastung der Codierung der zweiten Sensoreinheit durch eine getriebliche Kopplung zwischen den Rotoren der beiden Sensoreinheiten mit einem lediglich kleinen Unter-/Übersetzungsverhältnis. Dieses kleine Unter-/Übersetzungsverhältnis bewirkt, daß eine Drehbewegung des antreibenden Rotors über den gesamten Lenkraddrehbereich einen geringen Drehwinkelversatz bezogen auf den gesamten Lenkraddrehbereich zwischen den Rotoren der beiden Sensoreinheiten zur Folge hat. Die Codierung des Rotors der zweiten Sensoreinheit ist dergestalt ausgebildet, daß bei einer Drehung des Rotors der ersten Sensoreinheit die Codierung des Rotors der zweiten Sensoreinheit asynchron zur Codierung des Rotors der ersten Sensoreinheit bewegt wird, so daß der gleichen Abtastinformation der ersten Sensoreinheit in den einzelnen Winkelsegmenten jeweils unterschiedliche Abtastinformationen der zweiten Sensoreinheit zugeordnet sind. Unter den im Rahmen dieser Ausführung verwendeten Begriff "Abtastinformation" ist eine Erfassung der Codierung eines Rotors hinsichtlich einer Rotorstellung gemeint. Dies kann beispielsweise der Übergang von einem Codewort zum nächsten, etwa ein Hell-Dunkel-Übergang oder aber eine bestimmte Codewortstellung zur Detektionseinrichtung sein. Ein Abtastinformation der Codierung liegt somit dann vor, wenn der Rotor sich zur Detektionseinrichtung in einer eindeutig detektierbaren Stellung befindet.

Die Erkenntnis, mit dem Rotor der zweiten Sensoreinheit auch lediglich ein Winkelsegment aus dem gesamten Lenkraddrehbereich zu erfassen und dennoch bezüglich jeder Winkelstellung des Lenkrades innerhalb des Lenkraddrehbereiches durch die asynchron über den Lenkraddrehbereich zueinander verlaufende Codierung der beiden Rotoren eine

eindeutige Winkelbestimmung des Lenkwinkels zu erhalten, bringt durch die dann mögliche geringe getriebliche Unter-/Übersetzung zwischen den beiden Rotoren den Vorteil, daß für ein solches, lediglich geringes getriebliches Unter-/Übersetzungsverhältnis auch in radialer Erstreckung zur Lenkspindel nur ein geringer Einbauraum benötigt wird.

Beispielsweise kann die getriebliche Kopplung der beiden Rotoren zueinander durch in einer Ebene befindliche Rotoren verwirklicht sein, bei denen der innenliegende Rotor eine äußere umlaufende Verzahnung und der außenliegende Rotor eine Innenverzahnung aufweist, und die Drehachsen der beiden Rotoren einem Versatz parallel zueinander angeordnet sind. Durch den Versatz steht der innere Rotor beispielsweise im Eingriff mit dem äußeren Rotor, so daß die getriebliche Kopplung hergestellt ist. Bereits ein Zahnunterschied von nur wenigen Zähnen erlaubt eine derartige Anordnung zweier drehbar zueinander angeordneter Rotoren, wobei deutlich wird, daß der benötigte Einbauraum gegenüber einem Lenkwinkelsensor mit nur einem einzigen Rotor in radialer Richtung nur unerheblich größer ist.

Die geringe getriebliche Unter-/Übersetzung der Rotoren der beiden Sensoreinheiten zueinander hat ferner zum Vorteil, daß die Abtastinformationen der beiden Sensoreinheiten ein annähernd gleiches Auflösungsvermögen bei gleicher Toleranzausbildung der Sensoreinheiten aufweisen, so daß die Meßsicherheit einer Winkelstellung entsprechend erhöht ist. Bei einer weiter unten beschriebenen, besonders zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Lenkwinkelsensors ist dieses annähernd gleiche Auflösungsvermögen der beiden Sensoreinheiten eingesetzt, um insgesamt das Auflösungsvermögen des Lenkwinkelsensors zu erhöhen, beispielsweise zu verdoppeln.

Die Winkelsegmente, die mehrfach abgetastet den Drehwinkelbereich des gesamten Lenkraddrehbereiches darstellen, können bei einem sich über mehr als  $360^\circ$  erstreckenden Lenkraddrehbereich  $360^\circ$  betragen. Günstig ist es jedoch, die Winkelsegmente als ganzzahlige Teiler von  $360^\circ$  vorzusehen, beispielsweise mit  $60^\circ$  oder  $72^\circ$ , so daß die Codierung eines Winkelsegmentes bei einer Drehung des Rotors um  $360^\circ$  entsprechend der Segmentanzahl mehrfach abgetastet wird. Dies hat zum Vorteil, daß die Detektionseinrichtungen zum Abtasten der beiden Codierungen statorseitig zusammengefaßt an einer gemeinsamen Position innerhalb des Lenkwinkelsensors angeordnet werden können. In einem solchen Fall ist die Asynchronität der Codierungen so ausgestaltet, daß gleichen Abtastinformationen der einen Sensoreinheit bezüglich jedes Codesegmentes unterschiedliche Abtastinformationen der zweiten Sensoreinheit zugeordnet sind. Bei einer solchen Ausgestaltung des Lenkwinkelsensors kann vorgesehen sein, daß die Segmentierung der Codierung des Rotors der ersten Sensoreinheit eine andere Winkelteilung aufweist, als die Segmentierung der Codierung des Rotors der zweiten Sensoreinheit. Ebenfalls kann vorgesehen sein, daß die Segmentierung der Codierung der beiden Rotoren eine gleiche Winkelteilung aufweisen. Zweckmäßigerweise ist im letzteren Fall die Codierung der Segmente der beiden Rotoren unterschiedlich zueinander. Es ist dann möglich, die mit den Detektionseinrichtungen der beiden Sensoreinheiten abtastbare Schrittweite der beiden Codierungen bei einer Drehbewegung des Lenkrades bei beiden Sensoreinheiten gleich vorzusehen, so daß die abgetasteten Schaltzeitpunkte der beiden Sensoreinheiten zueinander konstant über den Lenkraddrehbereich hinweg bleiben. Sind die Schritte der beiden Codierungen in dieser Ausgestaltung zudem um die halbe Schrittweite eines Codewortes des einen Rotors versetzt zueinander angeordnet, ist zwischen zwei Schaltereignissen der Codierung des einen Rotors ein Schaltereignis des anderen Rotors abtastbar.

Durch diese Maßnahme ist das Auflösungsvermögen des Lenkwinkelsensors gegenüber dem Auflösungsvermögen einer Sensoreinheit verdoppelt. Zur Realisierung einer solchen Codierung kann vorgesehen sein, daß die Codeschrittweite des Rotors der zweiten Sensoreinheit um den Faktor der Unter-/Übersetzung der getrieblichen Kopplung der beiden Rotoren zueinander größer bzw. kleiner ist.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung sind Bestandteil weiterer Unteransprüche sowie der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren. Es zeigen:

**Fig. 1** Einen Lenkwinkelsensor zum Bestimmen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges in einer Explosionsdarstellung,

**Fig. 2** Eine Ansicht in den Lenkwinkelsensor der **Fig. 1**,  
**Fig. 3** Einen Schnitt entlang der Linie A-B der **Fig. 2** durch den montierten Lenkwinkelsensor der **Fig. 1**,

**Fig. 4** Eine schematische Darstellung der Codierung und ihres Abgriffes eines weiteren Lenkwinkelsensors,

**Fig. 5** Eine schematische Darstellung der Codierung und ihres Abgriffes noch eines weiteren Lenkwinkelsensors und

**Fig. 6** Eine schematische Darstellung der Codierung und ihres Abgriffes noch eines weiteren Lenkwinkelsensors.

Ein Lenkwinkelsensor **1** zum Erfassen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges umfaßt einen Stator **2**, der ortsfest in Bezug auf die Drehbewegung einer Lenkspindel angeordnet ist. An dem freien Ende der Lenkspindel ist ein Lenkrad befestigt. Dem Stator **2** sind zwei Detektionseinrichtungen **3**, **4** zugeordnet, die jeweils aus einer bestimmten Anzahl an Lichtquellen **L** und photosensitiven Empfängern **E** bestehen, wobei die photosensitiven Oberflächen der Empfänger **E** zu jeweils einer Lichtquelle **L** weisend angeordnet sind. Die beiden Detektionseinrichtungen **3**, **4** sind in einem Detektionsmodul **5** zusammengefaßt, wobei die Lichtquellen **L** in einer Reihe zwischen den beiden gegenüberliegenden Empfängern **E** angeordnet sind. Die Lichtquellen **L** strahlen in wechselweiser Anordnung zu den Empfängern jeweils einer Detektionseinrichtung **3** bzw. **4**. Zwischen den Lichtquellen **L** und den jeweiligen Empfängern **E** der beiden Detektionseinrichtungen **3**, **4** befindet sich jeweils ein Bewegungsspalt **6**, **7**. Das Detektionsmodul **5** ist oberseitig durch einen Deckel **8** verschließbar.

Dem Stator **2** ist umfänglich ferner ein nach unten abragender Haltezapfen **9** zugeordnet, der zum Fixieren eines Lagerringes **10** vorgesehen ist. Den beiden Detektionseinrichtungen **3**, **4** des Detektionsmoduls **5** sind jeweils ein Rotor **11**, **12** zugeordnet, wobei die Detektionseinrichtung **3** mit dem Rotor **11** und die Detektionseinrichtung **4** mit dem Rotor **12** zusammenwirkt. Die beiden Rotoren **11**, **12** greifen getrieblich ineinander und sind drehbar auf dem Lagerring **10** gelagert. Der Rotor **12** ist unmittelbar an die Drehbewegung der Lenkspindel gekoppelt, die in dessen inneres Kupplungsstück **13** eingreift. Der Rotor **12** weist als Codierung einen nach oben abragenden Blendenring **14** auf, an dem sechs gleichermaßen ausgebildete, winkelgleiche Blendensegmente **15** angeformt sind. Ein Blendensegment **15** umfaßt vier einzelne Blendenstücke, die jeweils durch Durchbrechungen voneinander beabstandet sind. Die Erstreckung eines Blendensegmentes **15** ist in der **Fig. 1** kenntlich gemacht. Innenseitig trägt der Rotor **12** eine innere Verzahnung **16** mit 111 Zähnen. Zum Halten des Rotors **12** auf dem Lagerring **10** ist diesem eine Lagerringaufnahme **17** zugeordnet, von der randlich umfänglich regelmäßig Haltewülste **18** abragen. Die Haltewülste **18** greifen in eine untere, umfänglich in den Lagerring **10** eingebrachte Lager Nut **19** ein.

Der Rotor **11** ist ein ringförmiger Körper, der außenseitig

eine mit der Verzahnung 16 des Rotors 12 zusammenwirkende äußere Verzahnung 20 trägt. Die Verzahnung 20 besteht aus 108 einzelnen Zähnen, woraus erkennbar ist, daß bei einem Drehen der Lenkspindel sich der Rotor 12 in der Drehgeschwindigkeit der Lenkspindel und der durch den Rotor 12 angetriebene Rotor 11 entsprechend dem kleinen Übersetzungsverhältnis geringfügig schneller bewegt. Dem Rotor 11 ist ebenfalls als Codierung ein Blendenring 21 mit fünf einzelnen, nach oben abragenden Blendensegmenten 22 zugeordnet. In Fig. 1 ist ein Blendensegment 22 markiert. Jedes Blendensegment 22 besteht aus drei unterschiedlich breiten, durch Durchbrechungen voneinander getrennten Blendenstücken. Innenseitig sind an dem Rotor 11 nach innen abragend uniförmlich gleichmäßig angeordnete Haltewülste 23 vorgesehen. Die Haltewülste 23 dienen zur Lagerung des Rotors 11 auf dem Lagerring 10 und greifen in eine obere, in den Lagerring 10 eingebrachte Lagernut 24 ein.

Eine erste Sensoreinrichtung ist bei dem Lenkwinkelsensor 1 somit durch die Detektionseinrichtung 4 und die Codierung des Rotors 12 und eine zweite Sensoreinrichtung durch die Detektionseinrichtung 3 und die Codierung des Rotors 11 gebildet.

Das Zusammenwirken der beiden Rotoren 11, 12, wobei der Rotor 12 der antreibende und der Rotor 11 der angetriebene ist, ergibt sich aus Fig. 2. Die Drehachse  $D_1$  des innenliegenden Rotors 11 ist zur Drehachse  $D_2$  des außenliegenden Rotors 12 versetzt angeordnet. Diese Exzentrizität bewirkt, daß die äußere Verzahnung 20 des Rotors 11 bereichsweise mit der inneren Verzahnung 16 des äußeren Rotors 12 im Eingriff steht, wodurch die getriebliche Kopplung der beiden Rotoren 11 und 12 hergestellt ist. Zur Berücksichtigung dieser Exzentrizität ist der Lagerring 10 ebenfalls exzentrisch ausgebildet. Von der oberen Stirnseite des Lagerrings 10 abragend ist ein Hohlzapfen 25 angeordnet, in dessen Langloch 26 der Haltezapfen 9 des Stators 2 zum drehfesten Fixieren des Lagerrings 10 eingreift. Durch Vorsehen des Langloches 26 können Toleranzen der beiden Rotoren 11, 12 in radialer Richtung ausgeglichen werden. Zentrisch zur Drehachse  $D_2$  des äußeren Rotors 12 ist das Kuppelungsstück 13 zum Anbinden des Rotors 12 an die Lenkspindel angeordnet.

Der montierte Lenkwinkelsensor 1 ist in einem Querschnitt in Fig. 3 dargestellt. In die Bewegungsspalte 6, 7 des Detektionsmoduls 5 greifen die Blendensegmente 22 des Rotors 11 bzw. die Blendensegmente 15 des Rotors 12 ein. Erkennbar ist in dieser Figur die Anordnung des Lagerrings 10 und die Lagerung der beiden Rotor 11, 12 auf dem Lagerring 10. Der Haltezapfen 9 des Stators 2 greift in den Hohlzapfen 25 des Lagerrings 10 ein, so daß der Lagerring 10 drehfest am Stator 2 befestigt ist.

Eine Winkelstellung des in den Figuren nicht geneigten Lenkrades ist durch eine Abtastinformation der ersten Sensoreinheit sowie durch eine weitere Abtastinformation der zweiten Sensoreinheit definiert. Als Abtastinformation dient bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel eine Lichtbeaufschlagung bzw. eine Nichtlichtbeaufschlagung vorbestimmter Empfänger der einzelnen Gabellichtschranken der jeweiligen Detektionseinrichtungen 3 bzw. 4. Die Codewortschrittweite ist durch die Länge einer solchen vordefinierten Stellung bis zur nächsten bestimmt. Hell-Dunkel-Übergänge bei einzelnen Empfängern der Gabellichtschranken sind in den Detektionseinrichtungen 3, 4 als Schaltvorgänge registrierbar und können die Begrenzungen zwischen zwei Stellungen der Codierung zur Detektionseinrichtung 3 bzw. 4 darstellen. Das Auflösungsvermögen bestimmt sich dann durch die Länge eines Codewortschrittes bzw. durch den notwendigen Lenkwinkelschlag, um von einer vordefi-

niierten Rotorstellung in die nächste zu gelangen. Dabei ist es zweckmäßig, die Codierungen und die einzelnen Gabellichtschranken der Detektionseinrichtungen 3, 4 dergestalt anzuordnen, daß eine einschrittige Abtastung möglich ist.

Unter dem Begriff "einschrittige Abtastung" ist eine Abtastung zu verstehen, bei der ein Codeschritt bzw. die Bewegung des Rotors um eine Codeschrittweite durch ein einziges Schaltsignal einer Detektionseinrichtung 3, 4 erkannt werden kann.

Die Codierungen der beiden Rotoren 11, 12 laufen bei einer Bewegung des antreibenden Rotors 12 asynchron über den gesamten Lenkraddrehbereich zueinander, so daß auch bei einer Abtastung aufeinanderfolgender Winkelsegmente und auch bei einer mehrfachen Umdrehung des Rotors 12 jedem in einem Winkelsegment gleichen Abtastwert des Rotors 12 ein unterschiedlicher Abtastwert des Rotors 11 zugeordnet ist. Daraus läßt sich die Winkelstellung des Lenkrades bzw. des an die Lenkradbewegung gekoppelten Rotors 12 innerhalb des gesamten Lenkraddrehbereiches in jedem Punkt eindeutig bestimmen. Da jede Winkelstellung innerhalb des Toleranzbereiches durch ein Wertepaar definiert ist, bedarf es zur Inbetriebnahme dieses Lenkwinkelsensors keiner Initialisierung.

Fig. 4 zeigt in einer zeitlichen Auflösung (in Richtung der x-Achse) die Ausgestaltung der Codierung eines weiteren Lenkwinkelsensors, wie sie durch die beiden Detektionseinrichtungen 26, 27 bei einer Drehbewegung des Lenkrades erfaßt werden. Grundsätzlich kann der Lenkwinkelsensor verwendend diese Codierung entsprechend dem in den Fig. 1 bis 3 gezeigten Lenkwinkelsensor 1 aufgebaut sein. Unterschiedlich ist die Ausgestaltung der Codierungen, die ebenfalls als Blendenringe ausgebildet sind, wobei jedoch im Gegensatz zur Ausgestaltung des Lenkwinkelsensors 1 beide Rotoren winkelige Blendensegmente aufweisen. Ein Blendensegment ist bei diesem Ausführungsbeispiel mit  $60^\circ$  angegeben, so daß der diese Codierung tragende Rotor sechs gleich ausgebildete Blendensegmente trägt. Diesbezüglich sei bemerkt, daß auch andere Segmentierungen möglich sind, beispielsweise eine Segmentierung des Rotors in fünf Blendensegmente à  $72^\circ$ .

Die Codierungen der beiden Rotoren sind in Fig. 4 mit den Bezugszeichen  $C_1$  und  $C_2$  bezeichnet. Bei der in Fig. 4 gezeigten Codierung ist vorgesehen, daß diese bezüglich ihrer Codewortschrittweite, wie sich diese bei den Detektionseinrichtungen 26, 27 bemerkbar macht, gleich ist. Ferner sind die Codewortsprünge von einem Codewort zum nächsten versetzt zueinander vorgesehen, so daß in der Mitte des Codewortes der einen Codierung  $C_1$  bzw.  $C_2$  ein Codewortwechsel der anderen Codierung  $C_2$  bzw.  $C_1$  detektierbar ist. Bei einer Codewortlänge von  $2^\circ$  kann über den gesamten Lenkraddrehbereich hinweg gleichbleibend ein Schaltereignis einer Detektionseinrichtung 26 oder 27 bei jedem Grad einer Lenkradbewegung erfaßt werden. Folglich ist das Auflösungsvermögen dieses Lenkwinkelsensors verdoppelt bezogen auf das Auflösungsvermögen lediglich einer Codierung  $C_1$  bzw.  $C_2$ . Die Winkelstellung des Lenkrades wird beim Gegenstand dieses Ausführungsbeispiels durch die Erfassung des Codewortes der einen Codierung  $C_1$  oder  $C_2$  und durch den Übergang von einem Codewort zum nächsten bei der Codierung  $C_1$  oder  $C_2$  gebildet. Bei einer Anordnung der Detektionseinrichtungen 26, 27, die lediglich zur Erfassung eines einzigen Codewortes vorgesehen sind, bedarf es einer Initialisierung durch einen geringfügigen Lenkwinkelschlag, um den mit der einen Detektionseinrichtung 27 detektierten Hell-Dunkel-Übergang einer Codewortposition zuordnen zu können. Der benötigte Lenkwinkelschlag beträgt eine halbe Codewortschrittweite - bei dem dargestellten Beispiel  $1^\circ$ . Bei einer Anordnung einer mehrere Co-

dewörter erfassenden Detektionseinrichtung ist auch ohne Initialisierung eine eindeutige Erfassung des Lenkwinkels möglich, etwa durch Erfassen von zwei Codewörtern, wobei die Detektionseinrichtungen einer Codierung um eine halbe Codewortschrittweite versetzt zueinander angeordnet sind. Mit der einen Detektionseinrichtung ist ein Hell-Dunkel-Übergang und mit der anderen Detektionseinrichtung ein Codewort abtastbar.

Jedes Blendensegment des antreibenden Rotors und somit der Codierung  $C_1$  umfaßt in dem dargestellten Ausführungsbeispiel 30 Codewörter (0...29), wie dies schematisch in Fig. 4 wiedergegeben ist. Die einzelnen Segmente des angetriebenen Rotors und somit der Codierung  $C_2$  umfassen dagegen lediglich 29 Codewörter (0...28). Zur Realisierung der bezüglich ihrer Schaltunkte gleichbleibenden Codierungen sind die Codewörter der Codierung  $C_2$  gegenüber den Codewörtern der Codierung  $C_1$  in jedem Segment ein Codewort weniger beinhaltet, ist die in Fig. 4 dargestellte Codierung einschränkt abtastend. Die Streckung der Codierung bzw. der Codewörter der Codierung  $C_2$  bewirkt, daß der anfängliche Versatz zwischen den beiden Codierungen über den gesamten Meßbereich erhalten bleibt.

Fig. 5 zeigt einen weiteren Lenkwinkelsensor mit zwei Detektionseinrichtungen 28, 29, wobei der gezeigte Lenkwinkelsensor quasi identisch aufgebaut ist wie der Lenkwinkelsensor der Fig. 4, wobei im Unterschied zur Abtastung der Detektionseinrichtungen 26, 27 die Detektionseinrichtungen 28, 29 gleichermaßen zur Abtastung eines einzelnen Codewortes angeordnet sind. Bei dieser Ausgestaltung ist auch bei Abtastung nur eines einzelnen Codewortes mit jeder Detektionseinrichtung 28 bzw. 29 eine Inbetriebnahme des Lenkwinkelsensors auch ohne Initialisierung möglich. In Kauf genommen werden muß bei dieser Anordnung jedoch, daß im Gegensatz zum Lenkwinkelsensor der Fig. 4 eine Erhöhung des Auflösungsvermögens nicht gegeben ist.

Bei einer Änderung der in den Fig. 4 und 5 gezeigten Codierung  $C_2$  in einer solchen Art, daß diese lediglich 28 und nicht 29 Codewörter umfaßt, ist ebenfalls eine Auflösungserhöhung sowie ein Einsatz ohne vorherige Initialisierung möglich. Eine solche Ausgestaltung ist in Fig. 6 gezeigt.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Lenkwinkelsensor
- 2 Stator
- 3 Detektionseinrichtung
- 4 Detektionseinrichtung
- 5 Detektionsmodul
- 6 Bewegungsspalt
- 7 Bewegungsspalt
- 8 Deckel
- 9 Haltezapfen
- 10 Lagerring
- 11 Rotor
- 12 Rotor
- 13 Kupplungsstück
- 14 Blendenring
- 15 Blendensegment
- 16 Verzahnung, innen
- 17 Lagerringaufnahme
- 18 Haltewulst
- 19 Lagermut

- 20 Verzahnung, außen
- 21 Blendenring
- 22 Blendensegment
- 23 Haltewulst
- 24 Lagermut
- 25 Hohlzapfen
- 26 Detektionseinrichtung
- 27 Detektionseinrichtung
- 28 Detektionseinrichtung
- 29 Detektionseinrichtung
- L Lichtquelle
- E Empfänger, photosensitiv
- $C_1, C_2$  Codierung
- $D_1, D_2$  Drehachse

#### Patentansprüche

1. Lenkwinkelsensor zum Bestimmen der absoluten Winkelstellung des Lenkrades eines Kraftfahrzeuges, umfassend eine erste Sensoreinheit bestehend aus einem ersten Codierung ( $C_1$ ) tragenden, an die Drehbewegung des Lenkrades gekoppelten Rotor (12) und aus einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung (4, 27, 29) zum Abtasten der Codierung ( $C_1$ ) des Rotors (12) innerhalb eines Winkelsegments (15) aus dem gesamten Lenkraddrehbereich sowie eine zweite Sensoreinheit bestehend aus einem zweiten Codierung ( $C_2$ ) tragenden, getrieblisch an den Rotor (12) der ersten Sensoreinheit gekoppelten Rotor (11) und einer statorseitig angeordneten Detektionseinrichtung (3, 26, 28) zum Abtasten der Codierung ( $C_2$ ) des Rotors (11), dadurch gekennzeichnet, daß eine Abtastung der Codierung ( $C_2$ ) des Rotors (11) der zweiten Sensoreinheit innerhalb eines Winkelsegments (22) aus dem gesamten Lenkraddrehbereich vorgesehen ist, indem der Rotor (11) der zweiten Sensoreinheit mit einem nur kleinen Unter-/Übersetzungsverhältnis an die Drehbewegung des Rotors (12) der ersten Sensoreinheit gekoppelt ist, wobei eine Drehbewegung des antreibenden Rotors (12) über den gesamten Lenkraddrehbereich einen geringen Drehwinkelversatz bezogen auf den gesamten Lenkraddrehbereich zwischen den beiden Rotoren (12 bzw. 11) zur Folge hat, so daß die Codierung ( $C_2$ ) des Rotors (11) der zweiten Sensoreinheit innerhalb des Lenkraddrehbereiches dergestalt asynchron zur Codierung ( $C_1$ ) des Rotors (12) der ersten Sensoreinheit bewegbar ist, daß der gleichen Abtastinformation der ersten Sensoreinheit in den einzelnen Winkelsegmenten eine unterschiedliche Abtastinformation der zweiten Sensoreinheit zugeordnet ist.
2. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die sich über 360° erstreckende Codierung der beiden Rotoren jeweils in eine Anzahl winkelgleicher und bezüglich ihrer Codierung gleich aufgebaute Segmente aufgeteilt ist.
3. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmentierung der Codierung des Rotors (12) der ersten Sensoreinheit eine andere Einteilung aufweist, als die Segmentierung der Codierung des Rotors (11) der zweiten Sensoreinheit.
4. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Segmentierung der Codierung ( $C_1, C_2$ ) der beiden Rotoren eine gleiche Winkelteilung aufweisen.
5. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung ( $C_1, C_2$ ) der Segmente der Rotoren der beiden Sensoreinheiten unterschiedlich ist.

6. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die mit der Detektionseinrichtung (26, 27, 28, 29) abtastbare Schrittweite bei einer Drehbewegung des Lenkrades bei beiden Sensoreinheiten gleich ist. 5
7. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Rotor der zweiten Sensoreinheit befindliche Codeschrittweite um den Faktor der getrieblichen Unter-/Übersetzung zwischen den beiden Rotoren größer bzw. kleiner ist. 10
8. Lenkwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Codierung ( $C_1$ ,  $C_2$ ) der Rotoren (11, 12) als ringförmige Blendenanordnungen ausgebildet ist, die durch jeweils eine als Gabellichtschrankeneinheit ausgebildete, mehrere einzelne Gabellichtschranken aufweisende Detektionseinrichtung (3, 4; 26, 27; 28, 29) zum Abtasten des Blenden- 15 codes geführt sind.
9. Lenkwinkelsensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (11, 12) der beiden Sensoreinheiten im wesentlichen in einer Ebene und ineinander liegend angeordnet sind. 20
10. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die getriebliche Kopplung des Rotors (11) der zweiten Sensoreinheit mit dem Rotor (12) der ersten Sensoreinheit dadurch bewirkt ist, daß die Drehachsen ( $D_1$ ,  $D_2$ ) der beiden Rotoren (11, 12) mit einem Versatz parallel zueinander angeordnet sind und der innenliegende Rotor (11) über eine äußere umlaufende Verzahnung (20) verfügt, die in eine dem außen- 30 liegenden Rotor (12) zugeordnete innere Verzahnung (16) eingreift.
11. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotoren (11, 12) auf einem exzentrischen Lagerring (10) gehalten sind, und der Lagerring (10) Fixiermittel (25) zum drehfesten Fixieren desselben, an dem dem innenliegenden Rotor (11) zugeordneten Stator (2) trägt. 35
12. Lenkwinkelsensor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß als Fixiermittel ein mit einem in radialer Richtung sich erstreckenden Langloch ausgestatteter Hohlzapfen (25) vorgesehen ist, in dessen Langloch ein statorseitig befestigter Haltezapfen (9) eingreift. 40

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

45

50

55

60

65

- Leerseite -

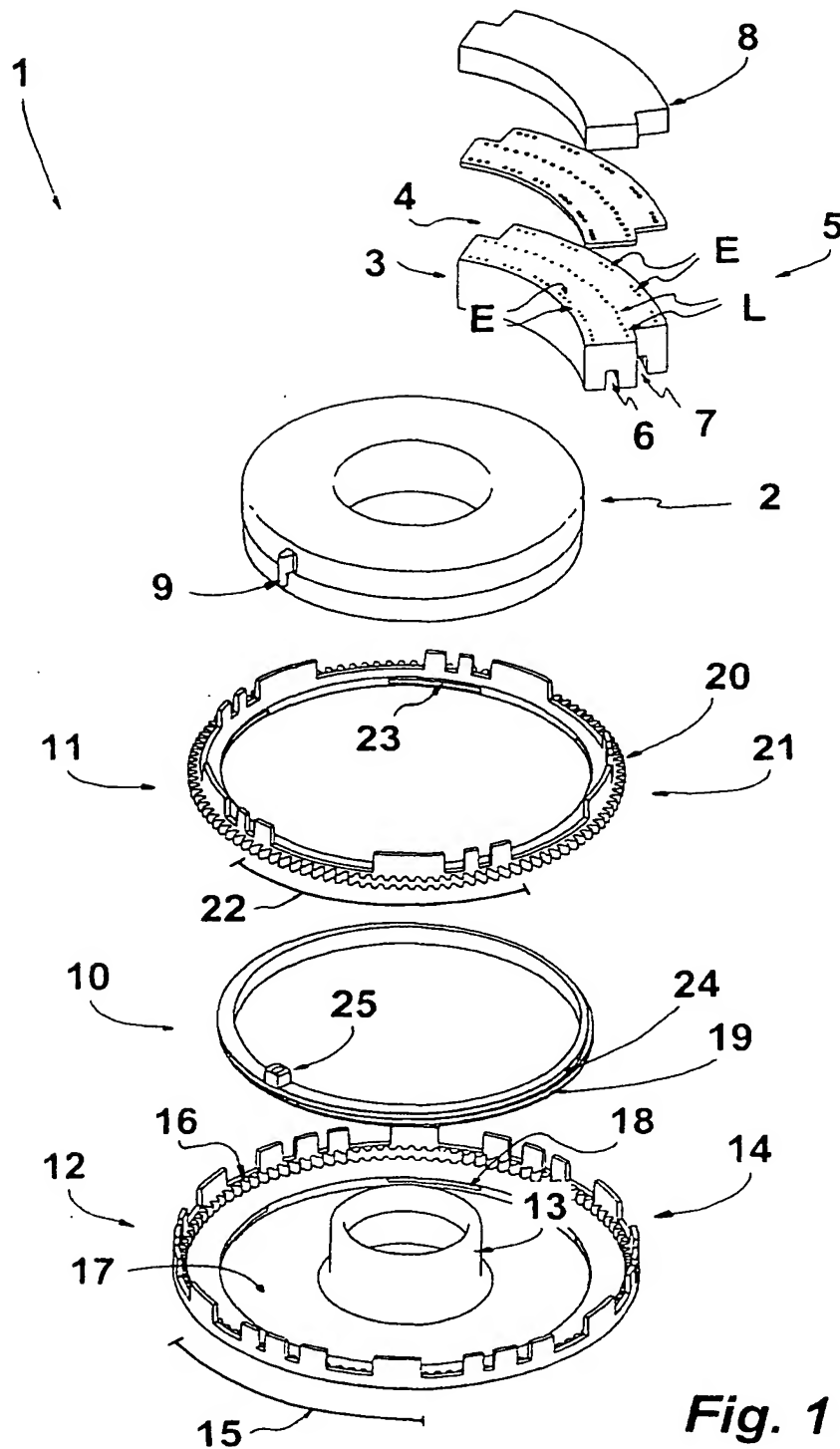
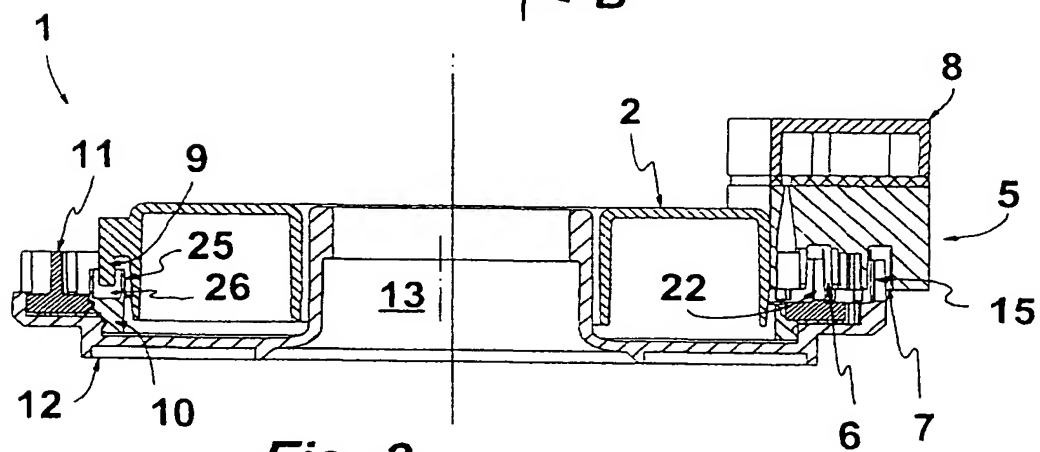
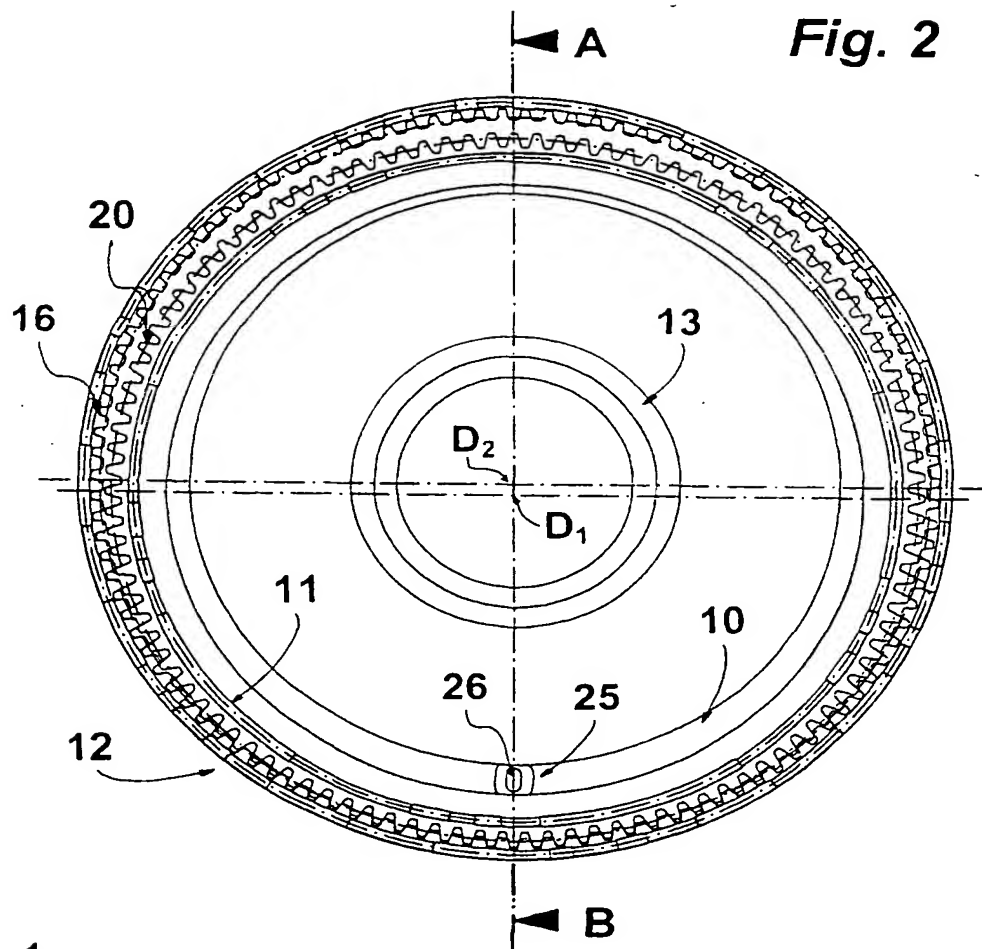


Fig. 1





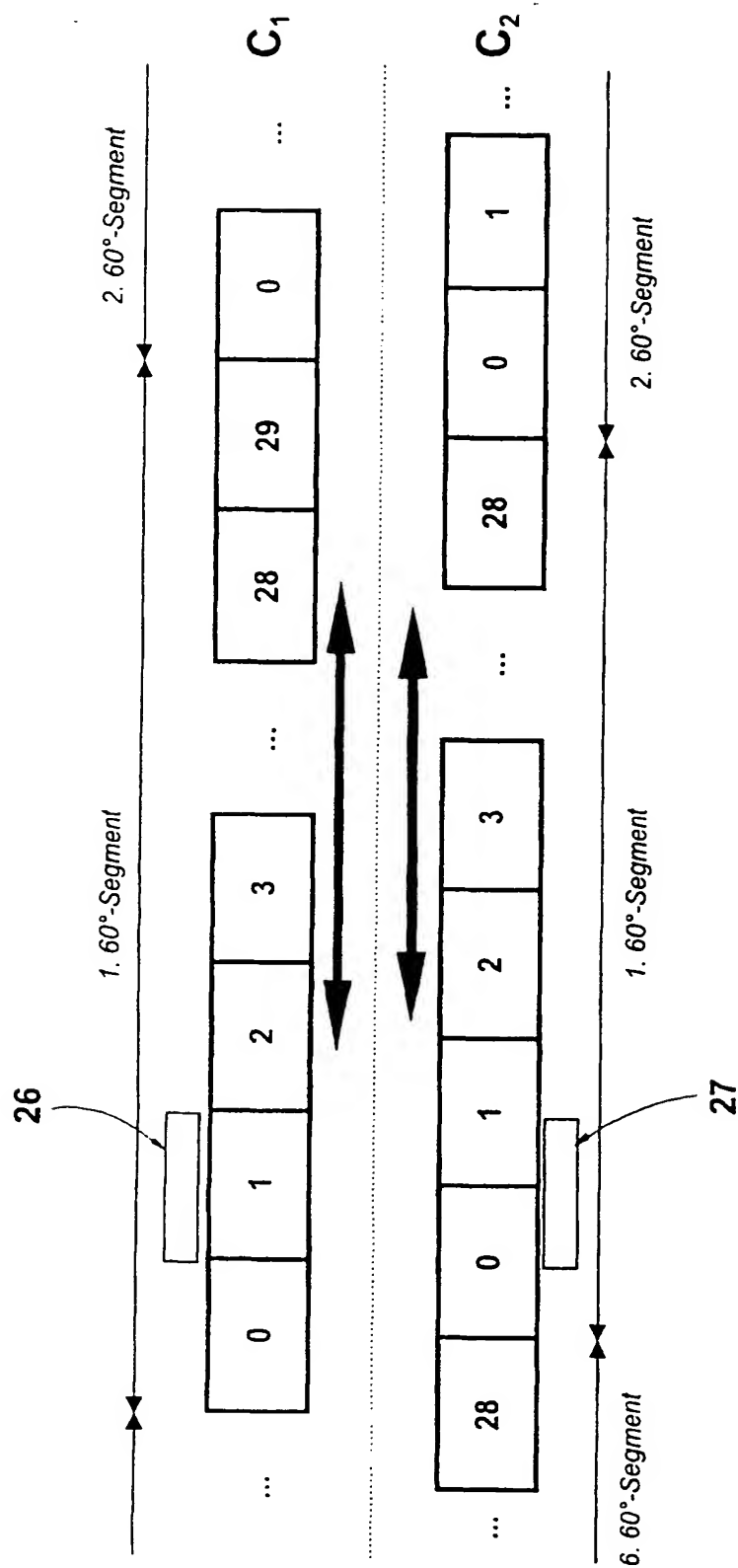


Fig. 4

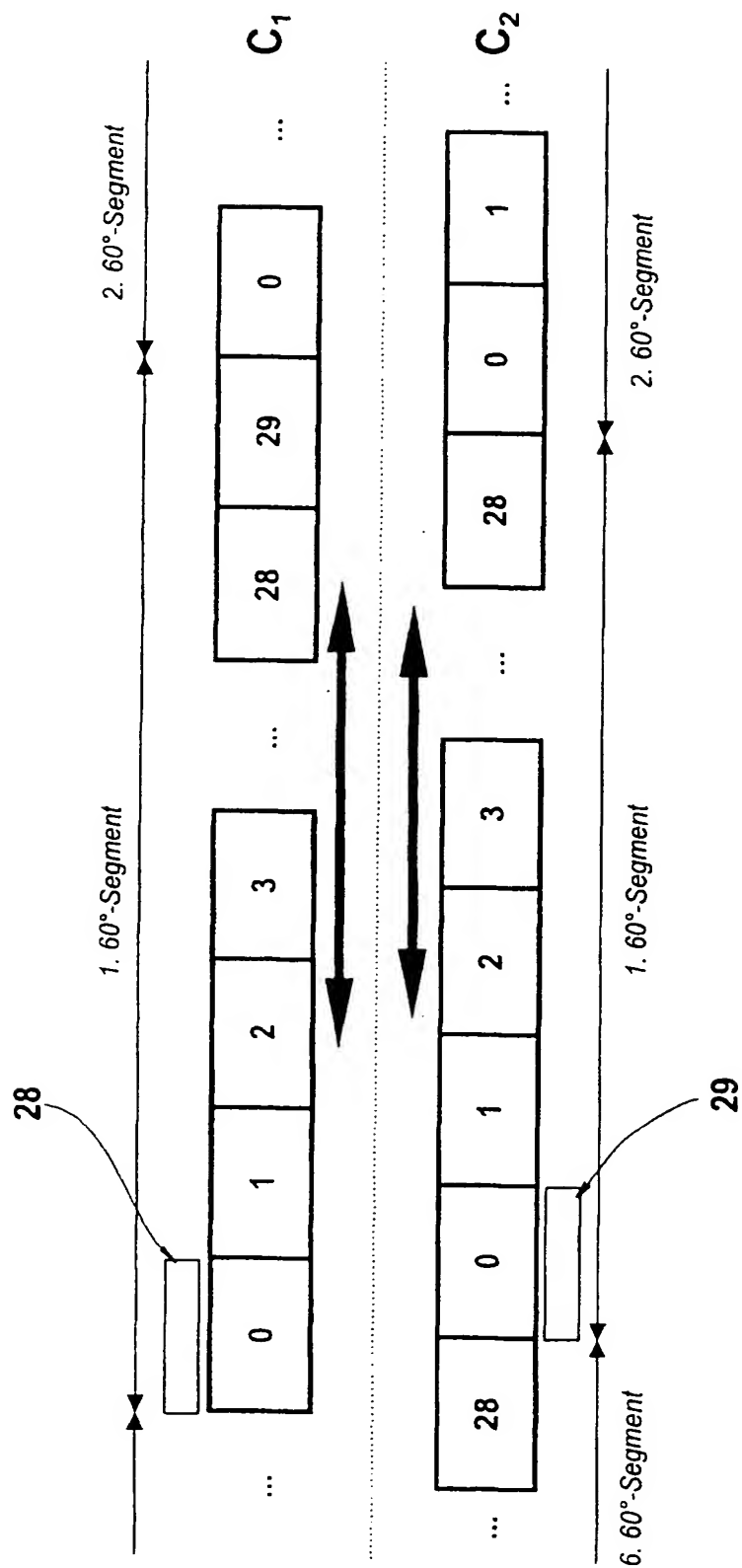


Fig. 5

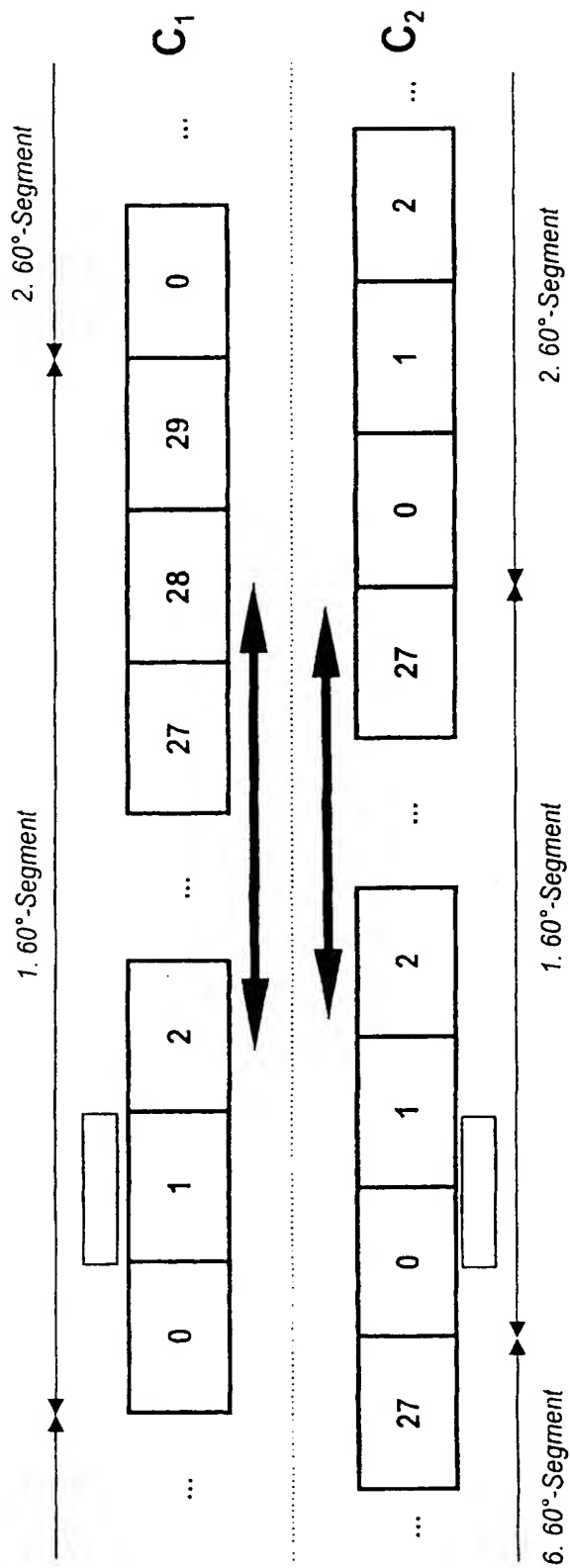


Fig. 6